

PCマウスを用いたポインティング作業時の高齢者の動作特性 —マウス操作時に生じる回転動作の分析—

Characteristics of elderly people's pointing operation movements by PC mouse —Analysis of rotation movement on the mouse operation—

加藤 麻樹 Macky KATO
下平 佳江 Yoshie SHIMODAIRA

Abstract: Many of elderly people are not good at operation of PC with mouse and keyboard, because they need more time to experience to get enough skill. Through the observation to them in PC school, their characteristics are different from the younger people's movements. In this study, the difference of mouse operation between elderly people and younger people became clear by measurement of mouse movement. Mouse rotation in the horizontal pointing operation can make some difference among them. The volume of acceleration to the target would be the cause of the difference. From the result, we can find out the needs for development of mouse movement system which consider the elderly people's operation characteristics.

Key words: PC mouse, pointing operation, gyrocompass, acceleration, elderly people

1. 背景

情報化が進展するに従い、日常生活を送る上でのコンピュータの働きは欠かせないものとなった。特にインターネットの普及による機能の変化は大きい。例えばネットワークを利用した商品の購入や、メディアコンテンツの購入、各種の申請等がWEB技術により可能となっており、コンピュータ環境を持つユーザにとって利用価値が高い。

しかしながらPCやインターネットを用いる生活の要件として、必ずそれらの機器を「使う」必要性が生じるため、逆に使うことが困難なユーザは、情報化の恩恵を受けることも困難となる。このように、情報機器利用の機会の格差に関して指摘された問題にデジタルデバイドがある。その要因の一つとして、インターネットなどの社会的なインフラの整備が国内でも一様でないことがあげられる。また、PCを利用する際の知識や技術に関する隔たりが大きいため、使う機会があったとしても思ったとおりの使い方ができない場合もある。特に後者はPC学習の機会に関する問題であり、現在の教育課程ではコンピュータが積極的に用いられているが、高齢者にはこれまでそうした機会が提供されてこなかった。

昨今高齢者を対象としたPC講習会など、リテラシーの充実を図る試みが増えたが、マウスとキーボードといったユーザインターフェイスには大きな変化が見られない。従って高齢者の操作特性に応じたイ

ンターフェイスの改善が必要となると思われる。

高齢者のマウス操作に関するこれまでの知見のうち、彼らの操作特性を明らかにしたものとして、山西らはインターネットの使用経験の長さや、操作時の運動方向の違いなどによって操作時間が変化することを指摘している¹⁾。特に高齢者にとってはマウスカーソルの斜め移動が困難であることを示しており、画面設計時の注意点として指摘している。このようなポインティング操作の技巧性を支援するための提案として、松本らは操作すべきアイコンやコマンドボタンなどに「引力」を持たせるとともに、ユーザのマウスの動きに応じたターゲットの予測をすることで、マウスの移動を支援することを提案している²⁻³⁾。その結果、引力によるカーソル移動の支援の有効性と、他の経験あるユーザの使用において支障がないことを示した。

PC操作がGUI中心となってから操作時にマウスを使う頻度は極めて高くなった。しかしマウス操作の技巧性は従来使用されていた1ボタン式のものなどと比較して複雑化しているため、初心者はマウスの使用技術そのものを修得する必要がある。過去の研究において実施した高齢のPC初心者を対象とする講習会では、ユーザが正しくマウスを使うようになるためには相応の練習時間が必要であることが示されている⁴⁾。特にマウス操作時の問題点として、握る手の力加減が強すぎる場合や、手の操作方向と

マウスカーソルの移動方向とを合致させることが出来ない場合があった。また握る力が強すぎた結果としてクリックしなくてもよいときに左右のボタンをクリックしてしまい、その結果、本人が想定していないウィンドウが表示されるなどのトラブルの原因となる場合も指摘されている。

これらのうち、手の操作方向とマウスカーソルの移動方向との合致が出来ないトラブルの一つに、画面上の X,Y 座標方向について行われるのではなく、マウス本体を回転させるように動かす場合がある。通常マウスカーソルの表示は、マウスの X,Y 方向の移動量に対応して行われるが、マウスを回転させると移動量の測定が正確に出来ないため、ターゲットとなる位置へのカーソルの移動は困難になる。このとき、ユーザの自分自身の手の動きに対する認知と、画面上のマウスカーソルの移動に対する認知との間の連合に混乱が生じていると考えられる。X,Y 方向の C/D 比(操作-表示比)については、PC に調整機能が付いているため、認知過程に時間がかかるケースに対しては対処することが可能であるが、マウスの回転についてはこれまで操作量に関して研究が行われた例が少ない。

上記のように高齢者の作業特性に対応したインターフェイスを開発するためには、本来必要とされないような動作の発生なども含めた特性の明確化と、対応するための方法の検討が必要であると考えられる。

2. 目的

高齢者でも若年者と同様に情報化の恩恵をうけるためには、PC を彼らにとって使いやすいものにしてゆく必要がある。PC 操作でもっとも多用されるマウスの適正化は高齢者の PC 利用促進と、継続的な利用において価値の高い取組みといえる。

本研究ではこれらを踏まえ、高齢者と若年者との間で PC マウス使用時の特性に生じる差を明らかにして、より使いやすいマウス開発のための資料を構

築することを目的とする。特にこれまで着目されることが少なかったマウス自身の挙動の変化、特にマウスの垂直方向の軸を中心とした挙動について定量的な分析を施すことで、より使いやすいマウスに求められる操作量と変動量との関連性について分析する。

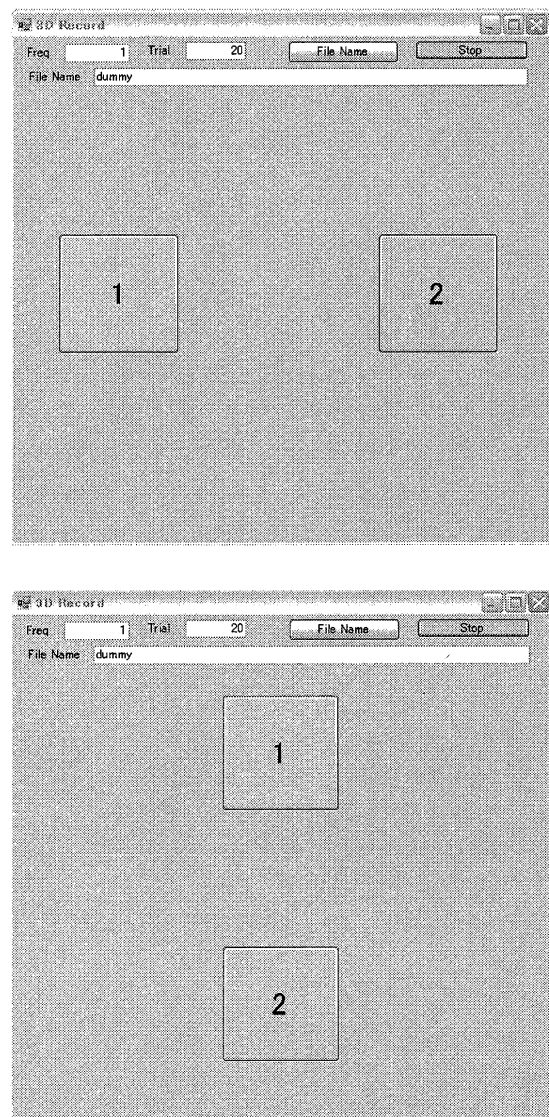


図1 水平方向と垂直方向の実験画面

Fig.1 Experimental window views for horizontal movement and vertical movement

3. 方法

被験者は高齢の PC ユーザが男性 3 名、女性 7 名の計 10 名で、平均年齢は 67.6 歳(標準偏差 3.7 歳)である。募集の時点で特に 65 歳以上とは限定していない。また初心者がほとんどであるが、そのうち 2 名については使用経験がある(65 歳女性 4 年、65 歳女性 10 年)。また PC 経験が豊富な若年者層として男性 10 名、女性 4 名の 14 名(平均年齢 32 歳、標準偏差 8.6 歳)を対比群としている。PC 経験者群の平均使用年数は 13.1 年(標準偏差 5.9 年)である。実験は 2006 年 8 月～9 月とした。

実験に用いたボール式のマウスにジャイロセンサー(NEC/TOKIN, MDP-A3U9S)を内蔵させ、XYZ の 3 軸方向の挙動を測定する。このマウスを PC に接続して操作時の動作特性を計測する。すなわち、画面上に表示されるコマンドボタン 1 とコマンドボタン 2 をそれぞれクリックしながら往復する際の操作を行う。図 1 に 2 種類の実験時の操作画面を示す。また表 1 に操作時の測定項目を示す。測定間隔はプ

ログラムのループを単位としている。実験は上下方向および左右方向の 2 種類行うが、被験者ごとにランダムに順序を変更して行う。高齢者を対象とした実験を行うことから、表示ウィンドウサイズ(500×500 ドット)に対するポインティングのターゲットの大きさは比較的大きくしてある(120×120 ドット)。なおプログラムの作成には Visual BASIC .NET 2005 を用いている。

作業手順は、まず被験者が画面上に表示されたスタートボタンをクリックすると、図 1 の画面のいずれかが表示されるので、指定回数だけ 2 つのボタンを交互にできるだけ早く、かつ正確にクリックする。このときクリックするコマンドボタンは毎回黄色く示される。指定回数が終了すると自動的に画面が消去され、1 回の試行が終了する。ファイルに記録された表 1 のデータを、被験者の年齢特性別に分けるとともに、操作に慣れた時点でのマウスクリック操作を抽出する。表 2 に抽出データに対する各測定項目の代表値を示す。このとき、ムダのない直線的な

表 1 測定項目
Tbl.1 Measurement items

マウスのヨー角:測定開始時を起点とする相対角度 (deg)
Z 軸上の回転速度:角速度 (deg/s)
横方向への加速度:マウス挙動時にかかる加速度 (m/s^2)
縦方向への加速度:マウス挙動時にかかる加速度 (m/s^2)
画面上のマウス XY 座標 (dot)

表 2 各測定項目から求める代表値
Tbl.2 Representative value of each measurement item

マウスのヨー角: 起点の角度を 0 としたときの最大角度と最小角度との間の範囲
Z 軸上の回転速度: 正方向と負方向を合わせた最大各速度と最低各速度との間の範囲
横方向への加速度: 正方向と負方向を合わせた最大化速度と最低加速度との間の範囲
縦方向への加速度: //
画面上のマウス座標 (X): 最小値と最大値の間の範囲 (最大移動距離)
画面上のマウス座標 (Y): //

動作軌跡を仮定した場合に生じる、逸脱した操作量を比較するため、各項目のとり最大値と最小値の間の範囲を求めることとする。

これらの代表値について高齢者群と若年者群とでそれぞれ平均値をもとめ、両者の差の検定を行い、被験者特性がおよぼす影響について定量的に示す。また垂直方向の操作を行った場合と水平方向の操作を行った場合との平均値の差について対応のある平均値の差の検定を行い、操作方向による特性の違いを定量的に示す。さらにコマンドボタン1から2へ移動する際の操作時間とコマンドボタン2から1へ移動する際の操作時間とをそのループ数でカウントすることで操作方向による差異を明らかにする。

4. 結果

4.1 操作における高齢者の特徴

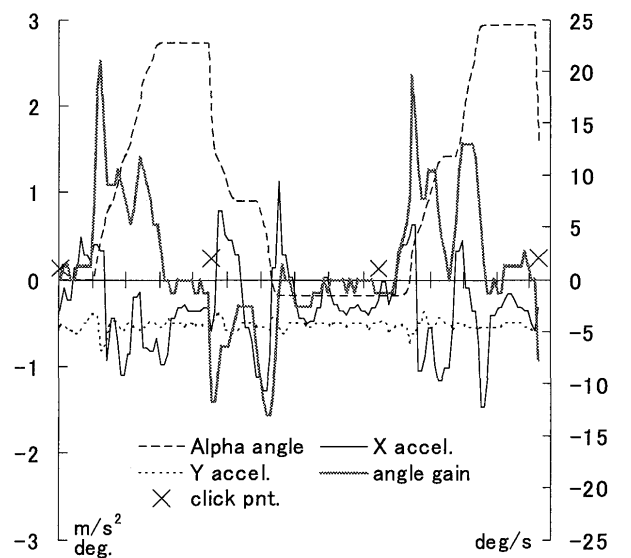
PC 使用経験の長い若年者と比較した際の高齢者の操作の特徴として観察されたのは、マウスクリックに必要とされる動作にかなりの集中力を必要とする点であった。またマウスを持つ力が強いためにクリック動作が必要以上に強に行われ、その結果マウスがコマンドボタンをクリックするよりも早く移動してしまうエラーが多く発生した。さらに、マウスを静止させてクリックしたつもりでいても、クリックが完了するよりも早く次のターゲットへ移動を開始してしまうために、正確にクリックできない場合も多かった。これは画面上で明示されるターゲットの色の変化があっても生じる場合がある。

これに対して若年者群は十分な習熟をしていることから、マウス操作そのものに対して集中しなくても必要十分な力で操作が可能であった。その結果後述のように1回の動作の速度が高齢者よりも速く行われた。

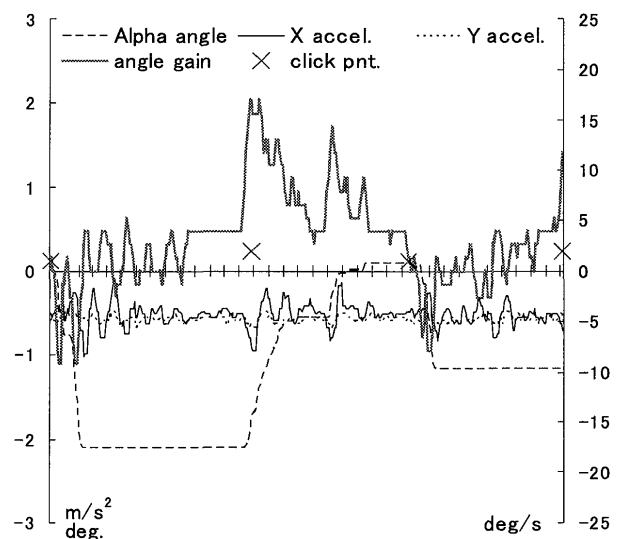
ここでは、上記のようなエラー発生時の動作ではなく、コマンドボタン間の往復が成功した場合の動作を抽出したものに対する分析結果を示す。

4.2 水平方向の移動における操作特性

水平方向の移動において計測されたマウスの挙動について、図2にそれぞれ若年者と高齢者の例を示



a. a young subject



b. an elderly subject

図2 水平方向の操作における若年者と高齢者のマウスの挙動

Fig.2 Mouse movement by young subject and elderly subject in horizontal operation

す。まず若年者の場合はグラフで示される左右の移動の様子の大きな違いは認められず、いずれの方向に対しても規則的な動作が発生していることがわかった。動作の特徴としては、横方向の加速度の変化からはポインティング動作開始時点で強く加速させた後に細かい動作をしながら次のターゲットへ移動しており、動作開始時よりも細かい動作によって微調整を行っていることがわかる。高齢者の場合も左右の方向によらず規則的な動きを示している。しかし若年者と同様に動作開始において大きな動きを示す

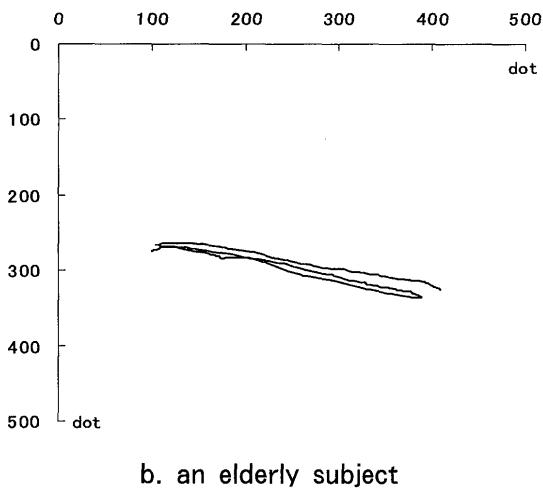
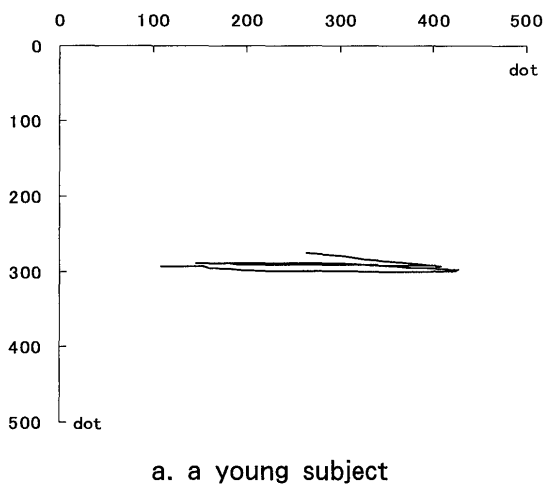


図3 水平方向の操作における若年者と高齢者のマウスの移動軌跡

Fig.3 Tracks of mouse by young subject and elderly subject in horizontal operation

が、その後に行われる微調整にかかる時間が長いことと、微調整の回数が多いことがわかった。これらの結果から、若年者が高齢者と比較して短い間隔で操作が行われていることがわかる。

図3に、図2の挙動で生じたマウスカーソルの画面上の軌跡を示す。若年者の場合は左右水平方向にマウスを移動させているが、高齢者の場合は斜め方向に移動させており、全体の移動距離が長くなってしまったことがわかる。この被験者の場合右方向へマウスを移動させるときはマウスを下方向に動かし、逆に左方向へ移動させる場合は上方向へ動かす傾向を示している。従って若年者と比較して必要以上の距離を移動していることがわかる。

表2に示した測定項目の代表値を若年者および高齢者間で比較した場合の平均値の差の検定において統計的に有意差がある項目は、Z軸上の角速度、横方向の加速度、縦方向のマウスの移動量、左右両方向での所要時間であった。表3に有意差が認められた項目の検定結果を示す。回転速度と横方向の加速度で有意差が認められるのは、若年者による操作速度がかなり速く行われていることを示している。ま

表3 水平方向の挙動における若年者と高齢者との最大移動量の比較

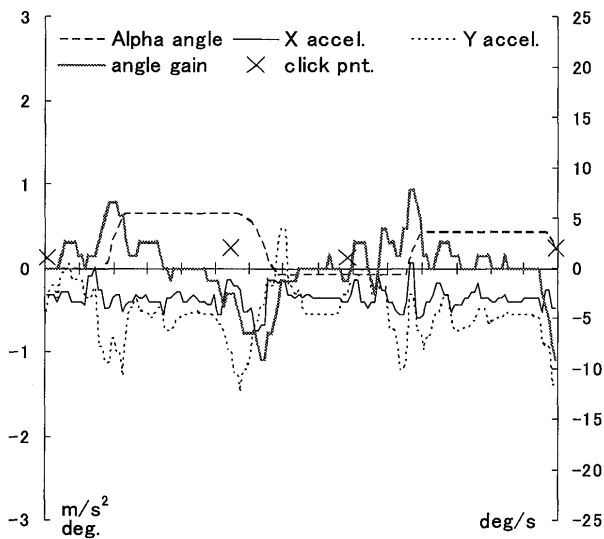
Tbl.3 Comparison of horizontal movement between young subjects and elderly subjects

項目	平均 (SD)	df	t	危険率
マウスのヨー角 (deg)	y:4.7 (2.8) e:5.1 (4.7)	16	0.49	
回転速度 (deg/s)	y:53.8 (23.4) e:35.5 (11.3)	20	2.55	p<0.01
横方向の加速度 (m/s ²)	y:2.18 (1.02) e:0.12 (0.33)	17	3.57	p<0.01
縦方向の加速度 (m/s ²)	y:0.54 (0.23) e:0.52 (0.18)	22	0.25	
マウス座標 X (dot)	y:327.1 (37.7) e:362.7 (85.9)	11	1.23	
マウス座標 Y (dot)	y:19.0 (4.5) e:75.2 (38.4)	9	4.60	p<0.01

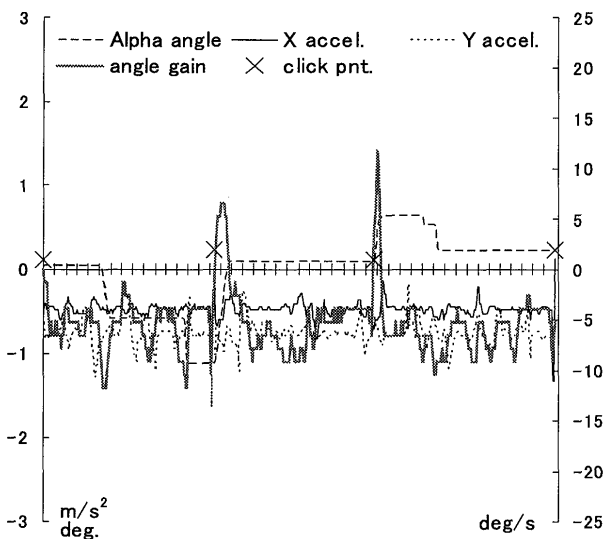
た Y 座標のとり幅の広さは、上記のようにマウスの斜め移動による範囲の増加が原因となっている。

4.3 垂直方向の移動における操作特性

垂直方向の移動において計測されたマウスの挙動

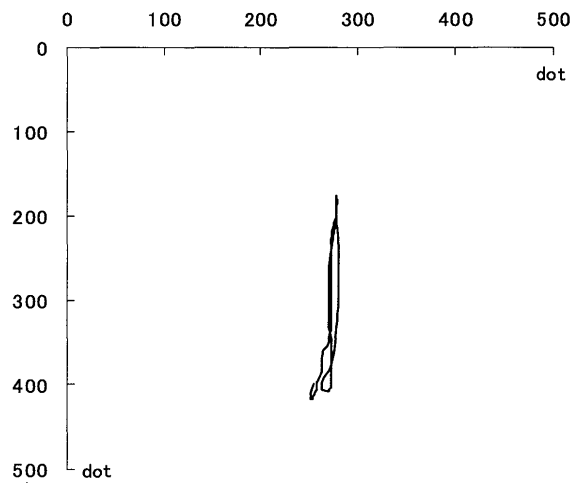


a. a young subject

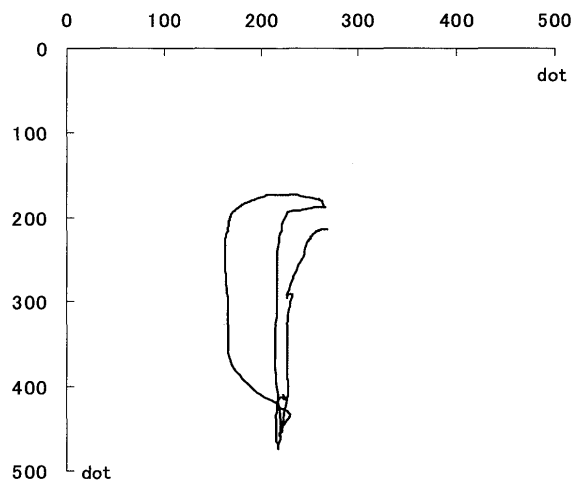


b. an elderly subject

について、図4にそれぞれ若年者と高齢者のものを示す。若年者の場合は、水平方向のときと比較してマウスの回転が少なく、操作開始時点での角度に近い値が示されている。上下方向の加速度についても左右の場合ほど強くない。高齢者の場合も同様にマウスの回転は少ない。しかし若年者と比較して一度



a. a young subject



b. an elderly subject

図4 垂直方向の操作における若年者と高齢者のマウスの挙動
Fig.4 Mouse movement by young subject and elderly subject in vertical operation

図5 垂直方向の操作における若年者と高齢者のマウスの移動軌跡
Fig.5 Tracks of mouse by young subject and elderly subject in vertical operation

表4 垂直方向の挙動における若年者と高齢者との最大移動量の比較

Tbl.4 Comparison of vertical movement between young subjects and elderly subjects

項目	平均 (SD)	df	t	危険率
マウスのヨー角 (deg)	y:1.20 (1.0) e:0.61 (0.7)	22	1.76	<0.05
回転速度 (deg/s)	y:20.9 (11.6) e:11.9 (5.9)	20	2.50	<0.05
横方向の加速度 (m/s ²)	y:0.94 (0.03) e:0.67 (0.05)	15	1.57	
縦方向の加速度 (m/s ²)	y:2.13 (0.73) e:0.96 (0.41)	21	5.00	<0.01
マウス座標 X (dot)	y:30.3 (19.2) e:78.3 (86.8)	10	1.72	
マウス座標 Y (dot)	y:262.6 (36.2) e:300.6 (94.8)	11	1.21	

の動作における微調整の回数が多いことが特徴である。図5には図4の挙動で生じたマウスカーソルの画面上の軌跡を示す。水平方向と同様に若年者のマウスカーソルの軌跡は一直線上にあるが、高齢者の場合は大きく横方向への移動を伴いながら操作していることがわかる。さらに図5からはクリックする位置についてズレが生じていることもわかる。

表2に示した測定項目の代表値を若年者および高齢者間で比較した場合の平均値の差の検定において統計的に有意差がある項目は、マウスのヨー角、Z軸上の角速度、縦方向の加速度、および上下両方向での所要時間であった。表4に有意差が認められた項目の検定結果を示す。マウスの回転角度について有意差が生じたのは、若年者群の操作時に発生するマウスの回転が比較的大きいことを理由としている。

4.4 水平方向と垂直方向との操作特性における差異

上記の結果から、水平方向と垂直方向のいずれの場合も、方向性に沿った加速度に関する有意差が認められることがわかる。方向性の差異を調べるために行った対応のある検定で統計的に有意差が認めら

れたのは、マウスのヨー角 ($t=8.64, df=23, p<0.01$)、Z軸上の角速度 ($t=7.40, df=23, p<0.01$)、上下左右方向の加速度であった。このうち上下左右方向の加速度については移動方向が異なることが理由であるため分析の対象からは除外するが、この比較の結果、水平と垂直の操作方向の違いによりマウスの回転量が異なることがわかった。

5. 考察

5.1 水平方向の移動における操作特性

図2に示した例において、若年者が示す動作特性としては、クリックしてから次のターゲットへ移動させるためのプロセスに一定のリズムがあることが推測される。すなわちクリック後すぐにターゲット方向へマウスを加速させて、カーソルをターゲット近くまで接近させた後でわずかな調整を行うという動作であり、これはPCだけでなく机上の物体等に対して行われるリーチ動作の軌跡と近似している。これに対して高齢者の例では、ターゲットのある方向への加速は観察されるが、一度の動作でターゲットへ到達できず、何回かの移動を繰り返して到達しているということができる。ここで示しているのはある程度操作に習熟した後の結果であるが、クリック間の移動に対する意識的な働きかけが必要となっていると考えられる。つまり十分な習熟を果たしている若年者の動作がSRKモデル⁵⁾のスキルベースで行われているのに対して、高齢者の場合はルールベースで行われていることがデータから読み取れる。

その理由の一つとして習熟期間の差があげられる。特にマウス操作に必要とする手掌部および前腕の筋力がどの程度であるかが不明なために、必要以上の力でマウスを操作するため、リズムよくマウスを動かすことができないと考えられる。またもう一つの理由としては、身体動作と自身の動作に対する認知過程との間に、時間的なずれが生じていると考えることも可能である。高齢者群のうちPC使用経験が

10年程度の被験者が入っているが、十分に習熟しているにも関わらずマウスの移動が一直線上にならず、何回かの直交軸方向への移動を伴わせていたことから、認知、判断にかかる時間が若年者のものよりも多く、また動作の生成においても不要なプロセスが発生していたと思われる。また図3のように、水平に配置されたコマンドボタンでありながらも、高齢者の場合縦方向の移動も伴った軌跡は、上記のような不要なプロセスの発生によって生じていると考えることができる。

実験結果において特徴があるのは横方向への移動においてマウスを回転させる動作が加わっている点であり、操作量に差はあるが両群のほとんどの被験者について観察された。これは横方向への動作において単なる水平移動ではない動作が、無意識に発生していることを意味している。すなわち横方向へのマウス移動の検知自体はマウス自身の水平方向への移動量を測定することで行われるが、移動を生成する人間の動作としては、手首の横方向への回転が発生していることがわかる。マウス自身は回転動作の成分から横軸方向への移動量をベクトル成分として抽出する構造であることから、水平に移動しているように見える。

ただマウスの回転角度（ヨー角）について両群の間で有意差が認められなかった理由としては、PCの画面サイズが500ドットと、全画面サイズに対して比較的小さく作ったことによると思われる。被験者の身体的特徴として手首の横方向への回転量に差異が生じる程度まで操作量が増えると、横方向への前腕の動作が必要になる。使用経験が長ければ手首の回転と前腕の回転を協調させることが可能であるが、経験が浅いユーザは異なった動作をすると思われるため、有意な差が生じることが予想される。

5.2 垂直方向の移動における操作特性

水平方向への移動が手首の回転方向と一致してい

たためにマウスの回転が大きくなったのに対して、垂直方向への移動はほぼ直交軸方向であることから、回転量が相対的に小さくなったと考えることができる。若年者による操作の規則性については水平方向と同様の特性を示しているが、加速度の変化に着目すると、水平方向への移動の場合は横方向への加速度変化が大きく、縦方向への変化は少なかったのに対し、ターゲットが垂直に並んでいる場合は縦と横の両方向について加速度の変化が発生していることがわかる。その理由として、手首の動作よりも大きい前腕の動作が必要であるため、同時に発生する動作の誤差も大きくなったことが考えられる。

高齢者の操作も同様に回転量が少なくなっているが、クリックから次のターゲットへの移動において生じる前後方向の調整動作の回数は増加しており、水平方向の操作と比較して動作の難易度が増していることがわかる。これは上記のように手首だけでなく前腕の動作を必要とすることから、より大きな筋肉を使わなければならないことと、複数の関節をまたぐ筋肉の使用に必要とされる認知プロセスが増えたために生じる負担によるものと考えられる。図5のように移動軌跡が極端に広がるのは、難易度が高くなったことによると思われる。実験後に被験者から、縦は難しいと発言があったことから、主観的にも難易度が高く評価されることがわかった。

分析結果において水平方向への移動と異なるのは、マウスのヨー角を両群で比較したときに有意差が生じた点であるが、若年者群の方が回転量は大きい。この点から、高齢者群が前腕の動作を中心に動作しているのに対して、若年者の場合は手首の回転も伴った上下方向の動作を発生させていることが推察される。つまり動作量としては少ないが、前腕の動きと同時に微細な手首の回転を加えることで、水平方向の際に観察された調整のためのマウス移動を発生させていると思われる。その結果として、図5のように正確なポインティングを可能にしていると考えられる。

ことができる。

検定の結果明らかになった水平方向と垂直方向との操作におけるマウスの回転特性の有意な差は手首の回転特性が主な理由となっていると考えられる。しかし直線的なマウスカーソルの移動に必要とされる回転動作の習熟は、高齢者にとって容易ではなく、特に垂直方向の動作でその傾向が顕著であることがわかる。

5.3 マウス操作時のエラー発生と回転動作

実験で観察された高齢者のクリック操作エラーは若年者の場合はほとんど観察されなかった。特にクリック操作が完了していない時点で次のターゲットへの移動が開始されるのは、クリックする前後での判断と実際に行っている動作との間にズレが生じていることを示していると思われる。実験中にもクリックしたはずなのにターゲットの色が変化しないという発話があった。実験で要求される動作は、マウスの移動とクリックの2つに分けることができるが、円滑な動作をするためには両者が協調して行われる必要がある。しかしエラー発生時には、2つの動作に対して払われる意識が片方に偏重してしまうために、クリック動作が完了しているかどうかを確かめる時点で、次の移動動作プロセスへ意識が移行してしまっていると考えられる。つまり2つの動作の間で注意力のトレードオフが発生しているとみなすことができる。経験を積んだ若年者にこのエラーが少ないのは、マウス移動とクリックが連動した1つの動作として行われていることが理由と思われる。つまりマウスによるPC操作は全て「選択箇所への移動」と「選択」で構成されているため、習熟において2つの動作が連動したということができる。高齢者の機能特性の低下は個人差が大きいため、特定の被験者を代表的な例として考えることは困難である。従って連合に至るまでに必要とされるリハーサル数についても個人差があると思われる。

本研究で明らかになったマウスの挙動特性からは、習熟によって、手首の回転動作による円滑なマウスの移動が発生することがわかる。しかしこれは意識的に行われる動作ではなく、習熟の過程において無意識に習得されるスキルであるため、経験による差が大きくなる傾向を示した。これは技術習得を個人の感覚的な能力に依存しているため、可能ならば多くの技術習得プロセスと同様に、身体動作に関する理想的な動作を提示することが望ましい。その結果習熟までの時間が短縮できるのではないかと思われる。しかし使用時間が極めて短いユーザの場合は、一度の操作で習熟したことを、次に操作するまでに忘れてしまう場合がある。その間隔が短い場合はすぐに思い出すことができても、長期間に渡ってPC操作をしないでいると、毎回習熟のための時間を費やす必要性が生じる。そこで使用時間が短いユーザがマウス操作スキルの習熟を要しないような支援を行うことで、本来の目的となる作業内容へ注意力を向けることができるようにするのが望ましい。

6 高齢者・初心者の操作特性に対する配慮

本研究によりマウス操作における回転動作の特性と、高齢者と若年者との違いが明らかになったが、さらに動作特性の違いに対応した技術的支援策を構築することが今後の高齢者のPC利用を促すと考えられる。

支援のための方策の一つにマウスの移動経路に対するグリッドの設定をすることが考えられる。任意の場所から別のポインティング箇所への移動について、作業者の動作開始時点での方向を測定して、その後の移動方向に指向性を持たせる方法である。これを随時行うことでターゲットへ接近するに従い、予想される方向の範囲が狭まってゆくので、最終的にはターゲットへと直線的に移動することが可能になると考えられる。また別の方法としては、今回の測定により明らかになった手首の回転動作からのべ

クトル抽出を、単なる横方向だけに対して行うのではなく、ヨー角から算出して行うことで、操作時に生じるマウスの回転動作を直接的に反映させる方法である。これにより加速度が少ない高齢者でもまた若年者と同様の操作速度を得ることができると思われる。ただどのような支援策についても、操作における個人特性を全て網羅することは困難であるため、できるだけ調整できる範囲が広く用意されていることが望ましい。それでも使い初めの調整段階での操作は困難を伴うことから、何かしらの技術的なサポートも必要となると考えられる。

啓学出版,1990

マウスの操作性向上において考慮すべき要因はいくつかある。例えば、本研究では分析対象とはしていないが、PCの初心者がマウス操作において困難を感じる操作にダブルクリック等がある。今後の課題としては、他の困難な操作の挙動特性の分析と、操作の簡素化のための支援技術の開発をあげることができる。

謝 辞

本研究は平成17～18年度科研費（基盤C）による。実験には早稲田大学安全人間工学研究室、長野県短期大学市民自主講座、長野県中条村公民館PC講座の皆さんの協力を得た。記して謝する。

参考文献

- 1) 山西潤一,池田俊秀,中林智美,ポインティング時間を指標とした高齢者のマウス操作特性,日本教育工学会講演論文集,20,507-508,2004
- 2) 松本敏幸,山田耕一,ターゲット予測と引力による高齢者用ポインティング操作支援,電機学会システム制御研究会資料,S C-03,8(14),15-20,2003
- 3) 松本敏幸,山田耕一,高齢者のためのポインティング操作支援システム,ヒューマンインターフェイス学会論文誌,6(3),313-320,2004
- 4) 下平佳江,加藤麻樹,過疎地域に居住する高齢者のPC学習モデルの構築,長野県短期大学紀要,60,57-74,2005
- 5) J. Rasmussenn,海保博之他訳,インタフェースの認知工学,