

## ポップアップ式メニューの改善について

山本康友 魚井宏高 辻野嘉宏 都倉信樹  
大阪大学基礎工学部情報工学科

メニューによる入力方式において、メニュー項目の選択効率の改善のために、1)項目を縦書きにするリニアメニューという新しいメニュー方式の提案、及び、従来の横書きのメニューとの比較、2)リニアメニューにおけるマウスカーソルの初期位置が及ぼす影響、3)項目のグループ化による影響、について実験を行った。その結果、縦書きのメニュー方式が横書きのそれに比べて、項目選択に要する時間(選択時間)を短縮すること、縦書きのメニュー方式では、初期位置がメニューの左端である方が選択時間を短縮するが、横書きのメニュー方式では初期位置による有意な差がみられなかったことなどを明らかにした。

### IMPROVING POP-UP MENUS

Yasutomo Yamamoto Hiroataka Uoi Yoshihiro Tsujino Nobuki Tokura  
Faculty of Engineering Science, Osaka University,  
Toyonaka-shi, 560 Japan

For improving the efficiency of selecting items in linear menus, we have studied experimentally the following: (1) difference between our menus, listing items from the left to right, and normal linear menus, listing items from the top to bottom, (2) effect of initial position of mouse cursor in the menu, and (3) effect of categorical menu layouts on our menus. The results show that our menus reduce target seek time than normal ones, and that minimize target seek time when initial cursor position is the left end of the menu, but that effect of initial cursor position to normal menus is little.

## 1. まえがき

多くのウィンドウシステムでは、ポイント装置として、マウスが用いられ、コマンドやファイル等の指示に、メニューやアイコンをマウスカーソルでポイントする方法がとられている。また、CADやグラフィックツールはもとより、ワープロやエディタにおいても、キーボードによる入力と共に補助的にこの方法がとられている。

メニューは、画面の特定の領域をマウスカーソルでクリックすることにより出現するプルダウンメニュー方式 (pull-down menu) と、マウスをクリックすることにより、マウスカーソルがメニュー内での初期位置にくるような場所にメニューが出現するポップアップメニュー方式 (pop-up menu) とに大別できる。

メニューの形状でいえば、広く一般的に用いられているメニュー方式は、リニア方式 (linear menu) と呼ばれ、項目を直線上に並べる方式である。一般によく見られるのは、図1のように項目を横書きにして、メニュー最上部に表示されるマウスカーソルを上下方向に移動して、項目を選択するものである。この形のリニアメニューが普及した理由としては、

- ・項目の各領域が長方形であるなど構造が簡単で、実現が比較的容易であった。

- ・英語圏においては横書きが普通であり、また、コンピュータの出力機器の構造も横書きに適していた。等が考えられる。

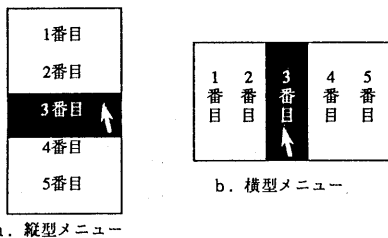


図1 メニューの形式

ここで筆者らは新しいメニューの方式を提案する。

それは、ポップアップ方式のリニアメニューにおいて、一般には横書きであった項目を縦書きにしたものである (図1)。以下、その形状から、横書きのものを‘縦型’、ここで提案する縦書きのものを‘横型’と呼ぶ。

この横型メニューの利点としては、

- (1) メニューの占有面積が、縦型と全く変わらない。

- (2) 項目を縦書きにすることによって、日本語の、他の言語にない「縦書きが出来る」という特徴を生かせる。

などが挙げられる。また、メニュー等の短い距離におけるマウスの操作では、上下方向よりも左右方向の方が容易であると推測できることも利点と思われる。本報告では実験を行い、平均目標探索時間と選択誤り率を測定し、縦型メニュー方式と横型メニュー方式の選択効率の差の評価を行っている。ここで、メニューにおける目標探索時間とは、目標となる項目を選択するのに要する時間であり、選択誤り率とは、その選択を誤る割合である。

さらに、本報告では、メニュー内でのマウスカーソルの初期位置がメニュー方式の選択効率に与える影響について調べている。マウスカーソルの初期位置とは、メニューが現れた時の、カーソルのメニュー内での位置のことである。

経験的に、目標探索時間は、Fittsの法則 [3] に従うことが示されている。

$$T = K_0 + K \log(D/S + 0.5)$$

ここで、Tは目標探索時間、 $K_0$ 、Kはポイント装置に依存する定数、Dは目標への距離、Sは目標の面積である。この法則によると、目標探索時間は、目標の面積Sと目標までの距離Dによる式 $D/S$ の値が増せば増加し、値が減れば減少する。即ち、メニューにおいては目標である各項目の面積は変わらないので、マウスカーソルのメニュー内での初期位置と、目標となる各項目との平均距離を小さくすれば、平均目標探索時間を減らすことができると考えられる。この平均距離が最小となるのは、明らかに、カーソルの初期位置がメニューの中央の場合であり、最大となるのは、初期位置がメニューの両端の場合である。

本報告では、カーソル初期位置を上端、中央、下端の項目（横型メニュー方式では、左端、中央、右端の項目）と変えて実験を行い、各場合のメニューの選択効率について調べ、カーソル初期位置がメニューの選択効率に与える影響について評価している。

以下、2節では評価のために行った実験について述べ、3節ではその結果について考察する。

## 2. 評価実験について

### 2.1 実験の概要

実験に使用したメニューは、ポップアップ方式のリニアメニューで、項目数は10、各項目は縦書きが出来るように全て日本語である。項目のグループは2種類用意し、メニューの選択効率への項目グループの影響を少なくした。二組の項目グループを図2に示す。項目の順番は図2の様に固定し、縦型メニューでは上から下に、横型メニューでは左から右に並べた。

ポイントは各項目自体に対してではなく、メニュー内で各項目が含まれる長方形の領域（以下、ポイント領域）に対して行われる。カーソルがこのポイント領域に入ったことをユーザに知らせるために、この領域内を反転表示して強調する。カーソルがメニュー外に出ている時は、どの項目をも指していないことになっている。

縦型メニューと横型メニューはその形状を除き、メニュー全体及び各項目のポイント領域の面積、文字の

4倍角	東京都
縦倍角	奈良県
横倍角	和歌山県
1/4倍角	大阪府
強調	三重県
回転	京都府
斜体	富山県
通常	鳥根県
かな反転	山口県
入力	広島県

図2 項目グループ

大きさ等、すべての点で同じである。

メニュー内でのマウスカーソルの初期位置は、縦型の場合は上端、中（上から6番目）、下端の項目、横型の場合は左端、中（左から6番目）、右端の項目のそれぞれ3通りずつに変えることにする。

実験は、縦型メニューと横型メニューに対して、マウスカーソルの初期位置を変えて3通りずつ、項目のグループを変えて2通りずつ、計12通りの組み合わせに対して行う。各組み合わせは練習と本番を連続して行い、その途中で組み合わせが変わるようなことはない。

実験を通じて、メニューの各項目は、選択目標として同じ回数ずつ選ばれる。

### 2.2 実験方法

#### 2.2.1 実験環境

実験に用いたコンピュータシステムは、SUN Micro Systems社製SUN3/60Mである。ポイント装置として用いたのは、システムに付属の光学式マウスで、分解能は0.25mm/カウント、マウスパッドの大きさは275mm×224mmである。

使用したポイント手法は、リニア方式と呼ばれるものである[9]。これは一般に用いられている手法で、マウス本体の縦方向および横方向の移動量に比例して、画面上のマウスカーソルを移動させる方法である。

実験システムは、ディスプレイ上に目標となる項目名と矢印状のマウスカーソルを表示し、被験者は実際にポップアップメニューを用いて目標と同じ項目を選択する。その際、実験システムは次のような事項を測定し記録する。

- (1) 目標が表示されてから、カーソルが目標の領域内に入るまでにかかった時間（移動時間）。
- (2) カーソルが初めて目標の領域内に入ってから、位置確定のための動作を行ってポイントを終了するまでの時間（確定時間）。
- (3) メニューが現れた時のマウスカーソルの画面上での位置。
- (4) 目標となる項目のメニュー内での位置。
- (5) 目標となる項目領域の画面上での位置。
- (6) 正しい項目が選択されたかどうか。

- (7) 実際に項目を選択した時のカーソルの位置。
- (8) マウスのモーションカウンタの累積値。
- (9) マウスのモーションカウンタの絶対値の累積値。
- (10) ポイントエラー（一度もカーソルが目標となる項目の領域内にはいることなく、正しい選択ができなかった）回数。

(11) フォールアウトエラー（一度カーソルが目標となる項目の領域内に入ったけれど、最終的に正しい選択ができなかった）回数。

選択に要した時間（目標探索時間）は、移動時間と確定時間の和で求められる。それぞれ、(4)、(5)、(7)はエラーの分析を行うためのデータ、(8)は机上のマウスの位置に対応したデータ、(9)はマウスの移動量に対応したデータである。これらのデータは実験システムによって自動的に測定される。時間の測定は、ワークステーション内蔵のタイマーを用いて20ミリ秒単位の測定を行った。

## 2. 2. 2 実験手順

メニューの項目選択は次のように行われる。

(1) 目標となる項目名が画面上部の固定ウィンドウに表示される。矢印上のマウスカーソルが画面中央に表示される。

(2) マウスのボタンを押すことによってメニューが表示される。メニューの表示は、マウスカーソルがメニュー内で初期カーソル位置にくるような位置になされ、このときマウスカーソルは動かない。（画面の境界近くでは、メニューの表示のためにカーソル位置を自動的に移動させる。）

(3) ボタンを押したままマウスを動かし、目標と同じ単語の項目のポイント領域にカーソルを移動する。ポイントはメニュー内でのみ有効で、マウスカーソルの入ったポイント領域は反転表示される。

(4) 目標項目のポイント領域にカーソルを移動後、選択の確定のためにボタンを離す。それと同時に、メニューは画面上から消される。カーソルはメニューの消える前の位置にある。

この様子を表わしたのが図3である。

目標が画面上部に表示され、マウスのボタンを押し

てから離すまでの連続した動作を、一つの‘選択’と呼ぶことにする。なおこの選択の結果は、‘正しい’か‘誤り’しかなく、取り消すことはできない。メニュー外でボタンを離した場合は単に‘誤り’となる。各被験者に対して、12通りの各組み合わせについて、次の手順で実験を行った。

(1) 被験者は実験についての説明を口頭でうける。

(2) 実験を行う組み合わせについての練習のために、連続して10回の選択を行う。

(3) 実験システムは、実験を行う組み合わせをタイトルとして画面に表示し、マウスのボタンを2回押すことにより実験が開始される。

(4) 被験者は、連続して10回の選択を行う。

(5) 小休止を促すメッセージが表示されるので、被験者は休みを取りながら(4)の動作を5回繰り返し、計50回の選択を行う。

被験者に10回の選択ごとに小休止を取ることを許したのは、疲労による選択効率への影響を抑えるためである。被験者には正確さを損なわない程度に出来るだけ素早く選択するように指示した。また、被験者には12通りの組み合わせに対して60回、計720回（練習120回、本番600回）もの選択を行ってもらうので、被験者には疲労を感じない程度の回数で実験を中断してもらおうよう指示した。

12通りの組み合わせの順番は被験者によって変え、実験の順番や被験者の疲労による選択効率への影響を抑えた。

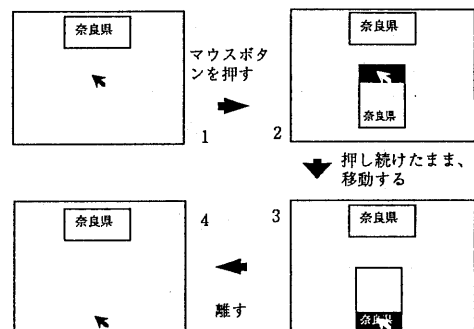


図3 メニューによる項目選択の様子

なお、2. 1で述べたように、メニューの各項目が

目標として選ばれる回数は本番の50回の選択中5回と全て同じ回数にした。

### 2. 2. 3 被験者

被験者は、24名の学生である。3名を除きどの被験者も機械式マウスの使用経験がある。ただし、光学式マウスに対しては被験者のうち4名以外はほとんど使ったことがなかった。また、どの被験者もポップアップメニューの使用経験はあるが、使い慣れている者はいない。

### 2. 2. 4 アンケート

実験終了後、被験者には口頭によるアンケートを行った。これは、被験者のメニューに対する印象と、実際のデータとを比べるためのもので、この比較によって、選択効率以外の基準でメニュー方式を比較できると思われる。

このアンケートは、被験者に実験結果を見せる前にを行い、実験後の被験者の主観的印象を記録した。

## 3. 実験結果の分析と考察

結果の検定には仮説検定を用いた。有意さの判定は、二つの平均値の差に対して検定を行い、誤り危険率5%の場合 $t > 1.98$ 、危険率1%の場合 $t > 2.33$ で、その差が有意であるとした。

### 3. 1 実験結果の考察

#### 3. 1. 1 マウスの移動量について

マウスカーソルの移動量のとる値は、カーソルの初期位置がメニューの両端の項目の場合と、中央の項目の場合の2種類に分けられ（前者は後者の約2倍）、縦型方式と横型方式の間に違いが見られないことから、両メニュー方式の間にその形状以外の違いがないことが裏付けられる。

目標探索時間と選択誤り率の実験結果の考察は、縦型メニューと横型メニューの比較、各初期カーソル位置の比較に分けて述べる。

#### 3. 1. 2 目標探索時間について

図4は、縦型メニューと横型メニューでカーソル初期位置をそれぞれについて3通りに変えた場合の、平均目標探索時間を示したものである。

#### (a) 縦型メニュー方式と横型メニュー方式の比較

図4で縦型メニュー方式と横型メニュー方式における平均値の比較を行うと、横型メニュー方式の方が目標探索時間が短い（差32.9msec）。この差は、危険率1%で有意である（ $z=3.12$ ）。したがって、この実験では、横型メニュー方式は目標探索時間の点で縦型メニュー方式に比べて選択効率が良いことが示された。

その原因は、マウスの操作における人間の手の動きの仕組みにあると思われる。なぜなら、マウスを上下方向に操作する場合、腕の動きの支点となるのは肩であるが、左右方向に操作する場合は、ひじ、または手首をも支点とすることができるからである。明らかに、肩よりひじ、ひじより手首を支点にした方がより微妙な動きが可能であると思われる。さらに上下方向の操作の場合には、ひじの屈伸という動作も必要となるのだが、横方向の操作にはその必要がない。それならば、メニューのように狭い範囲のカーソル操作では左右方向の操作の方が容易であると思われる。

このような理由から、横型メニューに有利な結果が出たのだと考えられる。

#### (b) 各カーソル初期位置別の比較

図4で、縦型メニューについてみると、カーソル初期位置がメニューの下端の項目のとき（下）の平均目標探索時間が一番短く、次に上端（上）、中央（中）と続いている。有意水準5%の検定の結果、これらの差は有意ではなかった。

次に、横型メニューについてみてみると、カーソル初期位置がメニューの左端の項目のとき（左）の平均目標探索時間が一番短く、続いて中央のとき（中）、右端のとき（右）となっている。これらの差のうち、右と中及び左との間には危険率5%の有意性が存在した。

つまり、縦型メニューではカーソル初期位置の、メニューの目標選択時間への影響は大きくなかったが、

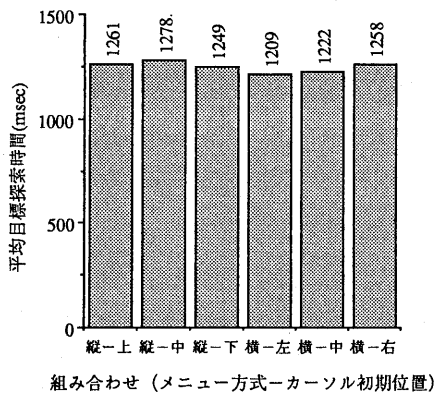


図4 各組み合わせにおける平均目標探索時間

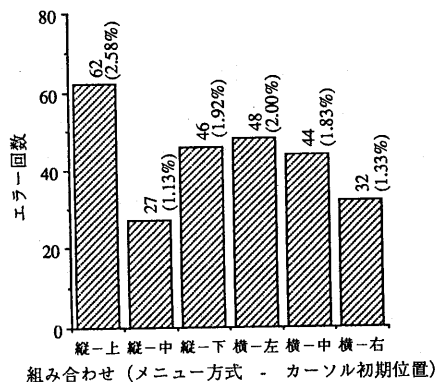


図5 各組み合わせにおける平均選択誤り率

横型メニューではカーソル初期位置を中央、または左にすることによってメニューの選択効率を目標探索時間の点で向上させることができるといえる。

このような結果がでた理由としては次のように考えられる。

- マウスを手首、または、ひじを支点にして左右に動かす場合には、その肉体的構造から考えても、操作のしやすさの点で左から右に動かす方が容易であると考えられる。このことは、アンケートの結果(3.2節)にも個人差はあるものの、現れている。

- カーソルの平均移動量が最小になるにもかかわらず、初期位置がメニュー中央のときの平均探索時間は、初期位置がメニュー端の場合に比べて大きく、時間がかかることを示している。これは、Fittsの法則による予測とは逆の結果である。その理由は、アンケートの結果(3.2節)にもあるのだが、初期位置がメニュー中央であると、目標項目の位置がわかるまで、

まず右に動かすのか左に動かすのかが決まらなくて迷いが生じるからと考えられる。もう一つの原因としては、今回実験で使用したメニューの項目数が10と少なく、メニューサイズが小さかったことによるものと考えられる。メニューサイズが小さければ、項目間距離が小さいのでカーソル移動時間が小さくなり、選択時間の大半はカーソルの微調整にかかる時間によるものと考えられるからである。この場合、項目までの平均距離による影響は小さくなると考えられる。

また、各組み合わせにおいて、目標の位置による探索時間の違いを調べてみた。初期位置付近の探索時間に注目してみると、初期位置がメニュー中央である組み合わせでの探索時間の値が、初期位置がメニューの端である場合の値に比べて高く、時間がかかることがわかった。このことから、カーソルの初期位置がメニュー中央の場合には、カーソルの移動方向の決定に迷いが生じていることが推測できる。

### 3.1.3 選択誤り率について

図5に各組合せの全被験者のエラーの総数を示す。

#### (a) 縦型メニュー方式と横型メニュー方式の比較

縦型メニューと横型メニューとを比較してみると、横型メニューの方が、若干、エラー回数が少ない(その差11回)が、有意水準5%の検定を行うと、その差は統計上有意でないという結果が出る( $z=0.59$ )。したがって、選択誤り率の点では、両メニューの間に差はほとんどないと考えられる。

#### (b) 各カーソル初期位置の比較

図5によると各組み合わせ間に大きな差が見られる。各組み合わせ間の差を有意水準5%で検定すると、縦型メニューの中と、上及び下との間の差のみ有意性が示された。

ところが、この図5を図4と見比べてみるとわかることだが、エラーは目標探索時間の小さい組み合わせほどよく起きている。即ち、時間がかかる組み合わせというのは、被験者が慣れておらず、その分慎重になるのでエラーが減り、逆に、時間のかからない組み合わせというのは、被験者が慣れており、油断が生じて

エラーが多くなると考えられる。したがって、選択誤り率に対しての初期位置による影響は実験結果よりもかなり小さいと考えられる。

すなわち、選択誤り率の点では、初期カーソル位置の及ぼす影響は、横型メニュー方式だけでなく、縦型メニュー方式に関しても少ないと考えられる。

### 3. 2 アンケートの結果と実験結果との比較

アンケートの解答者は、24名の全被験者である。

手の左右方向の動かしやすさでは、右から左が動かしやすいと答えたのは5人と少なく、残りの19人は左から右が動かしやすいと答えた。

全体としてのメニューの好みでは、横型メニュー方式を好む者が多い(58.3%)。縦型メニュー方式を好む理由としては、「見慣れている。」、「使ったことがある。」というものが多かった。横型メニュー方式を好む理由としては、「見た感じが日本語にマッチしている。」、「マウスの移動が楽である。」などがある。これは実験結果と一致している。

一番やり易かったメニューとは聞くと、全体的な好みと比べて横型の割合(62.5%)が増えている。これは、全体としては縦型が好きであるが、一番やり易かった組み合わせは横型のものであるという者がいることを示している。

縦型メニューでは、「上」を使いやすいとした者が圧倒的に多く(62.5%)、使いにくいとした者が圧倒的に少ない(4.4%)。

横型メニューでは、「左」を使いやすいとする者が多く(58.3%)、使いにくいとする者は少ないものの(16%)、縦型メニューの「上」の場合ほどではなかった。

アンケートの結果は、ほとんどの点で実験結果と一致している。ただし、縦型メニュー方式については、被験者の好みでは、初期位置が上端の場合が一番であるが、実験結果では下端の場合との違いは、検定の結果、有意ではなく、この点でくいちがっている。

### 4. 追加実験について

これまで述べてきた実験結果が、項目グループの影

しめじ	コーヒー	サンマ
まつたけ	紅茶	マグロ
えのき	ウーロン茶	イワシ
にんじん	ぜんざい	タイ
だいこん	チョコパフェ	ライオン
たまねぎ	アイスクリーム	トラ
ごほう	天ぷら	チーター
りんご	とんかつ	チョウ
みかん	ハンバーグ	トンボ
いちご	カレーライス	バッタ

図6 項目グループ(追加実験用)

響によるものでないことを確かめるために、メニューの項目グループを変更して追加実験を行った。実験では、項目グループにグループ化したものとそうでないものを用意した。縦型メニューについては、グループ化によって目標選択時間が短縮できることが知られている[2]。この実験によって、横型メニューに対しても同じような影響がでるか確かめることができる。

### 4. 1 実験の概要および手順

実験方法は、前の実験と同じである。異なるのは、

(1) カーソルの初期位置を、縦型メニューではメニュー上、横型メニューではメニュー左に固定(いずれも前の実験でよい結果がでており、被験者の人気も高い)。

(2) 項目グループは6とうり(3種類の項目グループを、それぞれグループ化して並べた場合と、ランダムに並べた場合の2通り)

(3) 項目は3つのグループに分けることができ、グループの境界線を表示した。

の3点である。使用した項目グループを図6に示す。

結局、実験すべき組み合わせは12通りで、前の実験と同じになった。なお、被験者は12名の学生である。

### 4. 2 実験結果

メニュー形式と項目の並べ方の各組合せでの平均目標探索時間を図7に示す。この図では、横型メニューでの値が小さく、この差は危険率5%で有意である[2]

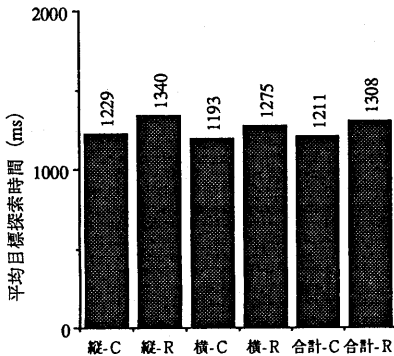
=4.16)。また、縦型と横型の両方で、項目のグループ化によって平均目標探索時間が短縮できている。この差も検定の結果、有意であった。縦型においては文献2の結果どおりであり、横型でも同じ効果があることがわかった。

結局、この追加実験で、

(1) 項目の特徴によらず、横型メニュー方式が縦型メニューに比べて平均目標選択時間を短縮すること。

(2) メニュー項目のグループ化による影響は、横型メニュー方式でも見られ、グループ化により平均目標探索時間を短縮できること。

などが示せた。



Cはグループ化した場合、Rはグループ化しない場合を表す

図7 各組み合わせに対する平均目標探索時間

## 5. あとがき

本論文では、マウスを使用したメニューでの入力効率を改善するために、項目が縦書きでマウスカーソルの操作が横方向である横型メニュー方式を提案し、また、ポップアップメニューにおけるマウスカーソルのメニュー内での初期位置に注目し、選択効率に対するその影響について調べた。この横型メニュー方式と広く普及している縦型メニュー方式の選択効率の比較、及び、カーソル初期位置を3通りに変えた場合の影響の比較のために、実験で目標探索時間と誤り率を測定して、その評価を行った。

その結果、

(1) 横型メニューは縦型メニューに比べて目標

探索時間を短縮する。選択誤り率の点では両者の間に重要な違いは見られなかった。

(2) 縦型メニューに対してカーソルの初期位置の影響は統計上見られない。しかし、横型メニューに対してはカーソル初期位置を右端にすることで、左端、中央にする場合よりもメニューの目標探索時間が増大してしまう。

などを明らかにした。

今後は、横型メニューをサブメニューとして用いる階層型メニュー等、横型メニューを応用したメニュー方式の考案とその選択効率の評価を行う予定である。

謝辞 快く被験者を引き受けていただいた大阪大学基礎工学部情報工学科各研究室の方々に感謝いたします。

## 参考文献

- [1] Dray, S.M., Ogden, W.G. and Vestewig, R.E.: "Measuring performance with a menu-selection human computer interface," Proceedings of the Human Factors Society-25th Annual Meeting 1981, Human Factors Society, Santa Monica, California, pp.746-748, 1981.
- [2] McDonald, J.E., Stone, J.D. and Liebelt, L.S.: "Searching for items in menus: The effects of organization and type of target," Proceedings of the Human Factors Society-27th Annual Meeting 1983, Human Factors Society, Santa Monica, California, pp.834-837, 1983.
- [3] Card, S.K., Moran, T.P. and Newell, A.: "The Psychology of Human-Computer Interaction," Lawrence Erlbaum, London, pp.23-45, 1983.