

# 新規なソフトウェアを操作するときの熟達化の過程の分析

— 視線の動きに着目して —

中 嶋 輝 明  
後 藤 靖 宏

## 目 次

- ・ 問題と目的
- ・ 方法
- ・ 結果と考察
- ・ まとめ

## I. 問題と目的

普段、コンピュータの操作を習得するとき、操作マニュアルや参考書などに書かれている説明文を読みながら、操作を行う場面はかなりの多い。学習者は、説明文の内容を理解するとともに、その内容を自分のコンピュータで再現し、知識と操作を関連づけて、コンピュータに対するより良い理解を得ることが求められる。

このような場面において、コンピュータの操作技能（あるいは知識）の個人差は、どのような形で発現するのであろうか。コンピュータに習熟した者とそうでない者との間ではもちろんのこと、初心者の間でも、教育上配慮を必要とするような操作技能の差が見られることが広く指摘されているが、いわば習熟の“結果”を調べた研究が多く報告されているのに比べて、学習“経過”に焦点をあてた研究は少ない（例えば、吉長・川畑，2001）。学習が進展するにつれて、コンピュータの操作の仕方によどのような変化が生じるのかを調べることは、今後、操作技能の個人差が何に起因するのかを明らかにする上で、重要であると考えられる。

本研究では、学習者がこれまでに操作した

ことがない新規なソフトの操作を習得する過程に焦点をあて、その過程で学習者が示す行動を指標化することを試みる。そして、この行動指標に熟達化の様子がどのように現れるのかを調べ、行動指標から個人差を把握することが可能かどうかについて検討する。

具体的には、操作の対象としてFTP (File Transfer Protocol) ソフト<sup>(1)</sup>を題材とする。FTPソフトを用いるのは、以下の理由による。

FTPソフトは、ファイルを転送するためのものであり、コンピュータ・ネットワーク、および、ファイルやフォルダの概念に対する基礎的な理解が求められる。経験的に、コンピュータの初心者にとって、ファイルやフォルダに対する理解は個人差が大きく、ワープロソフトのような、画面上での編集作業を主体とするソフトの操作がうまくできても、FTPソフトの操作の習得がスムーズに進まないケースはかなりの多いように見受けられる<sup>(2)</sup>。これは、コンピュータの内部構造・状態を想定したり、ネットワークといった空間的な広がりの中で、自分のコンピュータと自分の目の前には存在しない他のコンピュータとの間でのデータのやりとりを想定したりする能力が操作の熟達化に深く関わっているためであると推測される。FTPソフトはワープロソフトなどに比べると、自分が行っている操作が、直接目には見えないコンピュータの内部状態によどのような変化を生じさせているかについての理解を得にくいようである。本研究では、情報機器やその動作に対する一種のモデル化の能力が操作の熟達化の要因になっていると

の視点から、このような能力の個人差が現れやすいと思われるソフトとして、FTPソフトを操作の対象とする。

また、本研究では、熟達化の様子が反映されると考えられる行動指標として、ソフト操作時の学習者の視線の動き（凝視頻度・時間）に注目する。ソフトの操作手順が書かれている冊子を用意し、冊子とディスプレイとの間の視線の交替の様子を観察する。そして、ソフトの操作を複数回繰り返し、個人の学習曲線として、操作の熟達化にともなう視線の交替の変化を抽出する。抽出された視線の交替についての変化のパターンに学習者個人の特徴がどのように現れるのかを調べることによって、ソフトの操作についての熟達化の個人差を把握する手がかりが得られるものと考えられる。

## II. 方 法

### 1. 被験者

北星学園大学の1年次学生5名が実験に参加した。いずれの被験者も、本実験の以前にFTPソフトを操作したことはなかった。実験の時点で、被験者は、本学の情報処理科目「情報処理」および「情報処理」において、ブラウザ、電子メールソフト、ワープロソフト、プレゼンテーションソフト、および、表計算ソフトの基本的な操作をすでに習得していた。FTPについてはほとんど知識を有していなかった<sup>(3)</sup>。

### 2. 装 置

Windows XPを基本ソフト(OS)とするパーソナルコンピュータを使用した。課題遂行中の被験者の行動を記録するために、以下の2種類の映像を録画した。第1の映像は、被験者の左斜め前方から被験者の姿をデジタルビデオカメラ(Canon社製FV200)で撮影したものであった(以下、カメラ映像とよぶ)。第2の映像は、被験者がソフトを操作すると

きのマウスの動きを記録するために、被験者が使用するコンピュータのディスプレイのアナログRGB信号を一部分岐させ、それをTVコンバータ(Canopus社製PPR1280)により変換し、変換された信号をデジタルビデオデッキ(Victor社製HR-DVS3)で記録したものであった(以下、モニタ映像とよぶ)。

### 3. 課 題

被験者が行った課題は、大まかに以下の3つであった。

- (1) 説明文の読解：冊子に書かれている、ファイルの転送についての説明文を読む。
- (2) ノートの作成：ファイルの転送についてノートを作成する。
- (3) ソフトの操作：実際にFTPソフトを操作し、ファイルの転送を行う。

### 4. 手続き

実験は個別に行われた。被験者は、パソコンに正対して座り、実験に関する冊子を手渡された。コンピュータの基礎用語に関するいくつかの質問に答えたあと、表1の指示にしたがってソフトを操作した。この操作は、FTPについての予備知識がない状態で被験者がどの程度スムーズにソフトを操作できるかを記録するためのものであった。

その後、被験者は、ファイルの転送に関する表2の説明文を読み、内容をよく理解するように教示を受けた。このとき、説明文を何度読み返しても構わないが、同時にメモを取ること、ソフトを実際に操作しながら説明文を読むこと、冊子内の他のページを見ること、は行わないように教示を受けた。説明文を読んだあと、被験者は、以下の指示にしたがって、「ファイルの転送のしくみ」という題で自分なりのノートを所定の欄に作成するように求められた。

- ・原文をそのまま書くのではなく、図などを用いてわかりやすい形にまとめること。

表1 FTPソフトの操作手順の説明

手順1	「スタート」「プログラム」「FFFTP」「FFFTP」を選択する。
手順2	「ホスト一覧」画面が出たら、そのまま「接続(S)」をクリックする。
手順3	「ユーザ名」画面が出たら、あなたのユーザIDを入力し、「OK」をクリックする。
手順4	「パスワード/パラフレーズ」画面が出たら、あなたのパスワードを入力し、「OK」をクリックする。
手順5	FFFTPの画面が出てくる。 <sup>a)</sup> 左側には自分のパソコン(クライアント)内にあるフォルダ・ファイルが表示され、右側にはサーバ内にあるフォルダ・ファイルが表示される。
手順6	左側の画面で、「A:¥」をダブルクリックし、フロッピーディスクの中身を表示させる。
手順7	ファイル「test.html」をドラッグして、右側の画面へ移動させ、ボタンを離す。(もし「アップロードの確認」画面が出たら、そのまま「OK」をクリックする)
手順8	右側の画面で、一番下にファイル「test.html」が表示されていることを確認する。
手順9	メニューから「接続(F)」「終了(X)」を選択する。

a) FFFTPの画面は資料1を参照のこと。

資料1 FTPソフト「FFFTP」の画面



表2 ファイルの転送に関する説明文

ネットワークを介して、二つのコンピュータの間でファイルをやりとりすることを、「ファイルの転送」という。これは、インターネット上で自分のWebページを公開するときに必要な作業である。Webページを公開するためには、自分が作ったWebページが保存されているファイルを、自分のコンピュータからWebページ公開用のコンピュータへ転送しなければならない。Webページ公開用のコンピュータのことを「WWWサーバ」、自分のコンピュータのことを「クライアント」という。一般に、クライアントからサーバへファイルを転送することを、「アップロード」といい、反対に、サーバからクライアントへファイルを転送することを、「ダウンロード」という。ファイルを転送するためには、ファイル転送用のソフトが必要となる。このようなソフトのことを通常、「FTPソフト」とよんでいる。FTPソフトには、「FFFTP」や「FTP Explorer」など、たくさん種類がある。

後藤・増地・岡田(2002)が作成したテキストを参考にした。

- ・あとからノートを見たときに理解できるようにまとめること。
- ・できるだけ詳しく書くこと。
- ・説明文で述べられていないことを付け足してもよい。
- ・説明文の内容について疑問がある場合には、それを合わせて書きこんでもよい。

ノートを作成し終わると、被験者は、表1の指示にしたがってソフトを操作した。先に述べた、予備知識がない状態でのソフトの操作(以降、このソフトの操作を“0”試行目とみなす)を除き、説明文の読解からノートの作成、および、ソフトの操作までの作業を1試行とし、被験者はこの一連の作業を5試行繰り返した。所要時間は約1時間であった。5名の被験者のうち1名は、実験時間がビデオテープの記録可能時間を超えたため、第3試行までしか記録することができなかった。

### Ⅲ. 結果と考察

モニタ映像、カメラ映像ともに、1秒間30コマの映像を1コマ(時間に換算して約33ms)ずつ分析した。

#### 1. ソフトの操作に要した時間

最初に、モニタ映像から、各被験者がソフトの操作に要した時間を算出した。この結果を図1に示す。この所要時間は、Windowsのスタートメニューが開いてから、被験者がFTPソフトを選択してこれを起動し、ファイルの転送を行ったあと、ソフトを終了させてそのウィンドウが消失するまでの時間である。全般的な傾向として、試行数が増加するにつれて所要時間が短くなっている。ファイルの転送に関する予備知識がない状況で(0試行目)、所要時間が最も長かったのは被験者Aであり、約2.6分であった。被験者Eも同程度の時間を要し、約2.5分であった。0試行目で所要時間が最も短かったのは被験者C

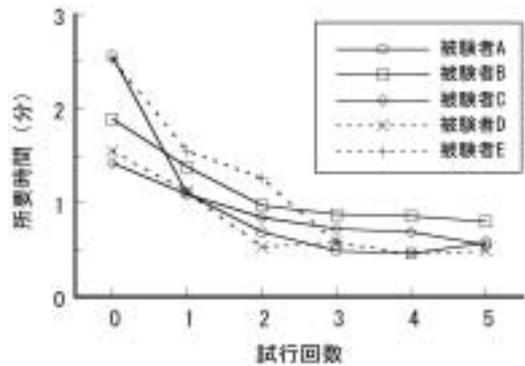


図1. ソフトの操作に要した時間.

であり、約1.4分であった。このように、0試行目では被験者によって時間にばらつきが見られるが、最終試行では、いずれの被験者も0.5分から1分の範囲でソフトの操作を完了していることがわかる。

#### 2. 凝視頻度および凝視時間

##### —試行数の関数として—

ソフトを操作している最中に各被験者がどこを(対象)、どれくらいの頻度(凝視頻度)で、どの程度の時間(凝視時間)見ていたのかを調べた結果を図2, 3, および4に示す。図2は凝視頻度を、図3は積算凝視時間を、図4は平均凝視時間をそれぞれ示す。なお、積算凝視時間は、凝視の対象ごとにソフトを操作している間の凝視時間をすべて合計し、試行の増加にともなう時間の変化を示したものである。平均凝視時間は、積算凝視時間を凝視頻度で割り、凝視1回あたりの時間を算出したものである。

図2の凝視頻度を見てみると、いずれの被験者も、冊子に対する凝視頻度とディスプレイに対するそれとはほぼ同程度であり、両者とも試行数が増加するにつれて低くなっている。0試行目において、ディスプレイに対する凝視頻度が最も高かったのは被験者Aであり、28回であった。反対に、頻度が最も低かったのは被験者Cであり、17回であった。

最終試行におけるディスプレイへの凝視頻度は、最高が11回（被験者 B）、最低が3回（被験者 E）であった。

冊子とディスプレイに対する凝視頻度が同程度なのは、冊子に書かれている操作手順の説明を読むことと実際にソフトを操作することが協応的に行われていることを示すものである。そして、冊子とディスプレイへの凝視頻度が試行数の増加にともなって低下しているのは、両者の間での視線の交替が減少していることを示している。

先に述べた、ソフトの操作の所要時間と比較すると、凝視頻度は、試行数の増加にともなう頻度の変化のパターンに関して、個人差が見てとれる。例えば、被験者 A は、0 試行目におけるディスプレイへの凝視頻度が28回と高頻度であるが、試行数が増加するにつれて急激に低くなっている。これに対して、被験者 B は、凝視頻度の低下が比較的緩やかであり、最終試行においてもディスプレイに対して11回、冊子に対して10回の凝視を行っている。この頻度は、他の4名の被験者に比べてかなりの高頻度である。

なお、冊子やディスプレイに対する凝視頻度は、被験者によって違いがあり、また、試行数が増加するにつれて低くなっているのに対し、キーボードに対する凝視頻度は、被験者によって著しい違いはなく、いずれの被験者も試行数に関係なくほぼ一定の値になっている。

次に、図3の積算凝視時間を見てもみる。全般的な傾向は、上で述べた凝視頻度に類似している。ただし、冊子とディスプレイを比べてみると、概ねディスプレイを見る時間の方が長いようである。被験者 E は、0 および 1 試行目ではディスプレイよりも冊子の方を長く見ているものの、試行数が増加するにつれて冊子を見る時間は少なくなっている。つまり、操作の熟達化にともなって、冊子に書かれている操作手順を読む総時間が短くなっ

ている。

凝視頻度と同様に、キーボードに対する積算凝視時間は、試行数の増加にともなう変化は見られなかった。

図4において平均凝視時間を見てみると、凝視頻度や積算凝視時間だけではわからなかった個人差が顕著に現れている。試行数が増加するにつれて時間が大きく変動する被験者（被験者 A, D, および E）と、試行数が増加しても概ね一定の時間を示す被験者（被験者 B および C）に大別される。前者の被験者は、ある試行の時点で、とりわけディスプレイに対する平均凝視時間に急激な増加が見られる。例えば、被験者 A は、0 試行目から 2 試行目までは、1 回あたり平均で約 3 秒前後ディスプレイを凝視しているが、3 試行目では約 6 秒に、つづく 4 試行目では約 8 秒にまで増加している。被験者 D は、0 および 1 試行目におけるディスプレイへの平均凝視時間は約 3 秒であるが、2 試行目では約 10 秒にまで増加し、その後の試行でも高い値が続いている。

### 3. 凝視頻度 一手順の関数として

上述した平均凝視時間の増加は、1 回の凝視で対象を見る時間が長くなることを意味する。他の対象に比べて、とりわけディスプレイに対する平均凝視時間が増加しており、ディスプレイを見ている時間はその大半がソフトの操作に費やされている時間であると考えられることから、ディスプレイに対する平均凝視時間の急激な増加は、ソフトの操作の仕方に何らかの変化が生じたことを示すものと推測された。このことをより詳細に調べるために、ある試行においてディスプレイに対する平均凝視時間が急激に増加した被験者 D と、試行数が増加しても平均凝視時間に大きな変動が見られなかった被験者 B に注目し、おのおのの被験者について、ソフトの操作の手順 1 から 9 までのそれぞれを実行していると

きの凝視頻度を算出し、それを試行間で比較した。なお、凝視頻度の算出にあたっては、ある手順の実行が開始された時点での凝視から、次の手順が実行されたときの凝視の直前の凝視までをカウントした。

この結果を図5（被験者D）および6（被験者B）に示す。図5において、2試行目でディスプレイに対する平均凝視時間が増加した（図4参照）被験者Dのデータを見てみると、0から1試行目までは、1つ1つの手順において凝視の回数が記録されているが、2試行目では、操作手順が手順1から2、手順3、手順4、および、手順5から9、の4つに“グループ化”されていることがわかる。つまり、0から1試行目までは、手順ごとに、次の手順との区切りにおいて視線が動き、凝視の対象が変化しているのに対し、2試行目では、手順の区切りでの視線の動きが少なくなり、手順によっては1回の凝視で複数の手順が実行されている。表1からわかるように、手順3および4はそれぞれ、ユーザID、パスワードの入力であり、視線の動きにおける手順の“グループ化”は、キー入力の前とそれ以後のそれぞれで生じていることが見てとれる。一方、図6からわかるように、被験者Bの場合には、このような手順の“グループ化”はほとんど見られていない。

視線の動きに見られる操作手順の“グループ化”について、以下に考察してみたい。学習者が新規なソフトの操作を習得しようとするとき、操作の目的やそのソフトの機能についての知識がない場合には、通常、書籍やマニュアルに書かれている操作を逐次的に実行することが多いと考えられる。つまり、第1の手順の操作内容を一時的に記憶に保持し、保持した内容をマウスやキーボードによって再現したあと、次に第2の手順の操作内容を記憶し、... という作業を順次行っていく。各手順において、その操作内容を理解するためには、言語的に表現されているソフトの各

部の名称（例えば、「スタート」、「FFFTP」、「接続(S)」、「終了(X)」など）がどこを指しているのかをディスプレイ上で同定しなければならず、このため、書籍やマニュアルとディスプレイとの間で視線を交互に移動することになる。ソフトの操作に習熟していくことは、操作内容に対する理解度が高まっていくことであると考え、理解度が高まっていくにつれてソフトの各部に対する上記の同定作業の必要性が低くなり、この結果、書籍やマニュアルとディスプレイとの間で視線を交替することが少なくなる。そして、操作内容への理解がさらに進むと、次になすべき操作がどのような内容であるかについて、書籍やマニュアルから情報を得たり、操作内容を確認したりする必要がなくなる。この結果、ある凝視から次の凝視までの時間的なインターバルが長くなって、このインターバルが必ずしも単一の手順内におさまらなくなると考えられる。

このように、ソフトの操作を習得するときの凝視パターンには、ソフトの操作内容に対する学習者の理解がある程度反映されているように思われる。ただし、操作の“グループ化”が生じない学習者の方がこれが生じる学習者よりも、ソフトの操作内容に対する理解度が低いと判断することは、早急であろう。確かに、理解が不十分な学習者に操作の“グループ化”が生じることは考えにくい、が、“グループ化”が生じないことが必ずしも理解度の低さを意味するとは限らない。今回の実験に関していえば、“グループ化”が見られなかった被験者は、冊子に書かれている手順ごとに操作を進めていくことに忠実であった可能性もある。また、できるだけ迅速に、短い時間でソフトを操作するという課題要求が小さかったために、“グループ化”が生じなかったことも考えられる。この点に関しては、今後詳細な検討が必要であろう。

#### IV. まとめ

本研究では、新規なソフトウェアの操作を習得するときの熟達化の様子を、学習者の視線の動きにより指標化し、その指標に熟達化の個人差がどのように現れるのかについて調べた。実験の結果、学習者によって、熟達化にともなう凝視頻度・時間の変化のパターンが異なることがわかった。すでに考察したように、これらの行動指標をいわゆる“パソコン操作能力”に直接結びつけて考えてよいかについては議論の余地があるが、今後、学習者個人が示す上のような熟達化の特徴を手がかりにして、コンピュータの操作技能の個人差が何に起因するののかについて、研究を進めていきたい。

本稿では、視線の動きに着目して分析を行ったが、今後は、被験者が作成したノートの質的分析やマウスの動きの分析を行い、その結果を本結果と照合することによって、各被験者の行動の特徴をより詳しく抽出する必要がある。

本研究は、2002年度北星学園大学特別研究「情報処理リテラシの評価方法の策定に向けたコンピュータの操作技能に関する個人差の分析」(研究代表者：中嶋輝明，研究分担者：後藤靖宏)の一部として行われたものである。

#### [注]

- (1) 本研究では、FTP ソフトとして曾田純氏が作成したフリーソフト「FFFTP」を使用した。このソフトは、本学の情報処理センター 実習室のコンピュータにもインストールされている。
- (2) 後藤・羽根 (2001) は、Web ページの作成から公開までの一連の操作を被験者に課し、このときの被験者の発話内容に対してプロトコル分析を行っている。分析の結果、FTP の概念の理解が最も困難であり、操作ミスも多いことを報告している。
- (3) ソフトの操作を行う前に、各被験者は、質問紙においてコンピュータの基礎用語に対する理解度を9段階 (1：まったくわからない～9：よくわかる) で評定した。この結果、「FTP ソフト」という用語に対する理解度は、平均で1.4であった。

#### [参考文献]

- 後藤靖宏・羽根秀也 (2001). 「大学共通科目」としての情報処理教育 コンピュータ非熟達者に対する教育内容と教育方法についての情報処理心理学的観点からの考察 . 北星論集 (北星学園大学経済学部), 40, 77-107.
- 後藤靖宏・岡田顕宏・増地あゆみ (2002). 使う人の心理を考えたパソコンの本 PowerPoint・Excel・ホームページ作成編 . ナカニシヤ出版.
- 吉長裕司・川畑洋昭 (2001). タッチタイピングの習熟過程における初期熟達感の考察. 日本教育工学会誌, 25, suppl., 1-6.

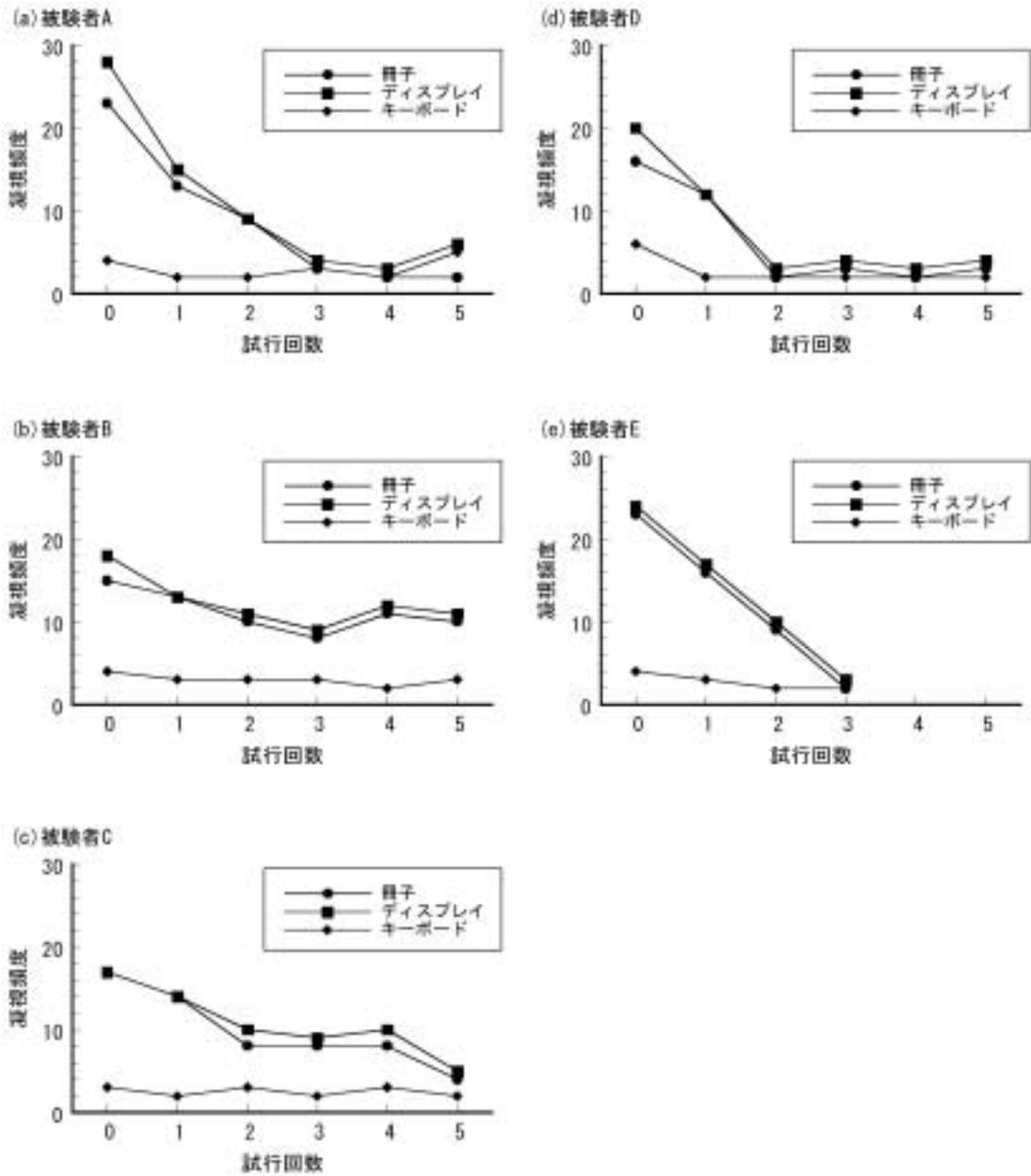


図2. 凝視頻度.

新規なソフトウェアを操作するときの熟達化の過程の分析

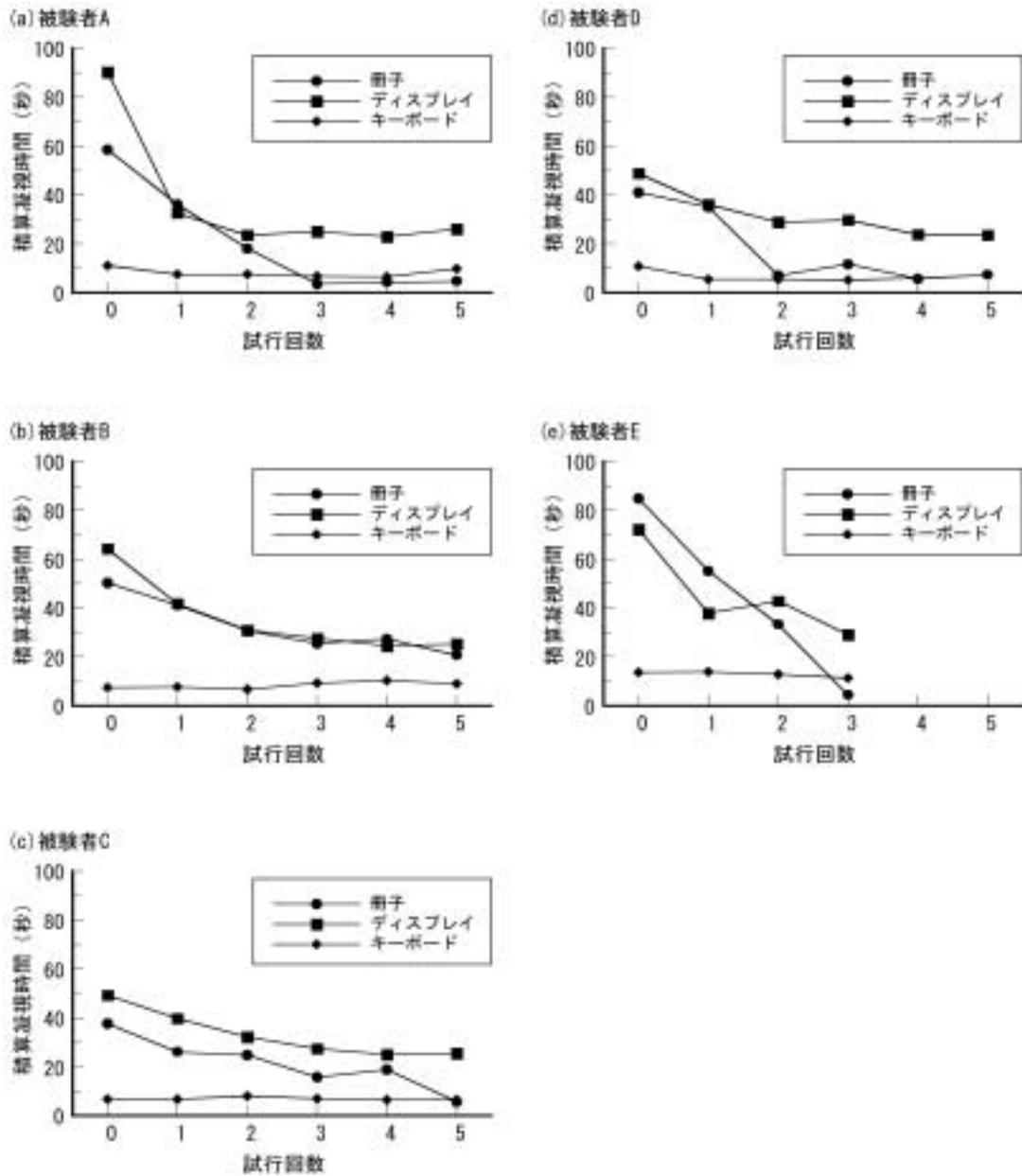


図3. 積算凝視時間.

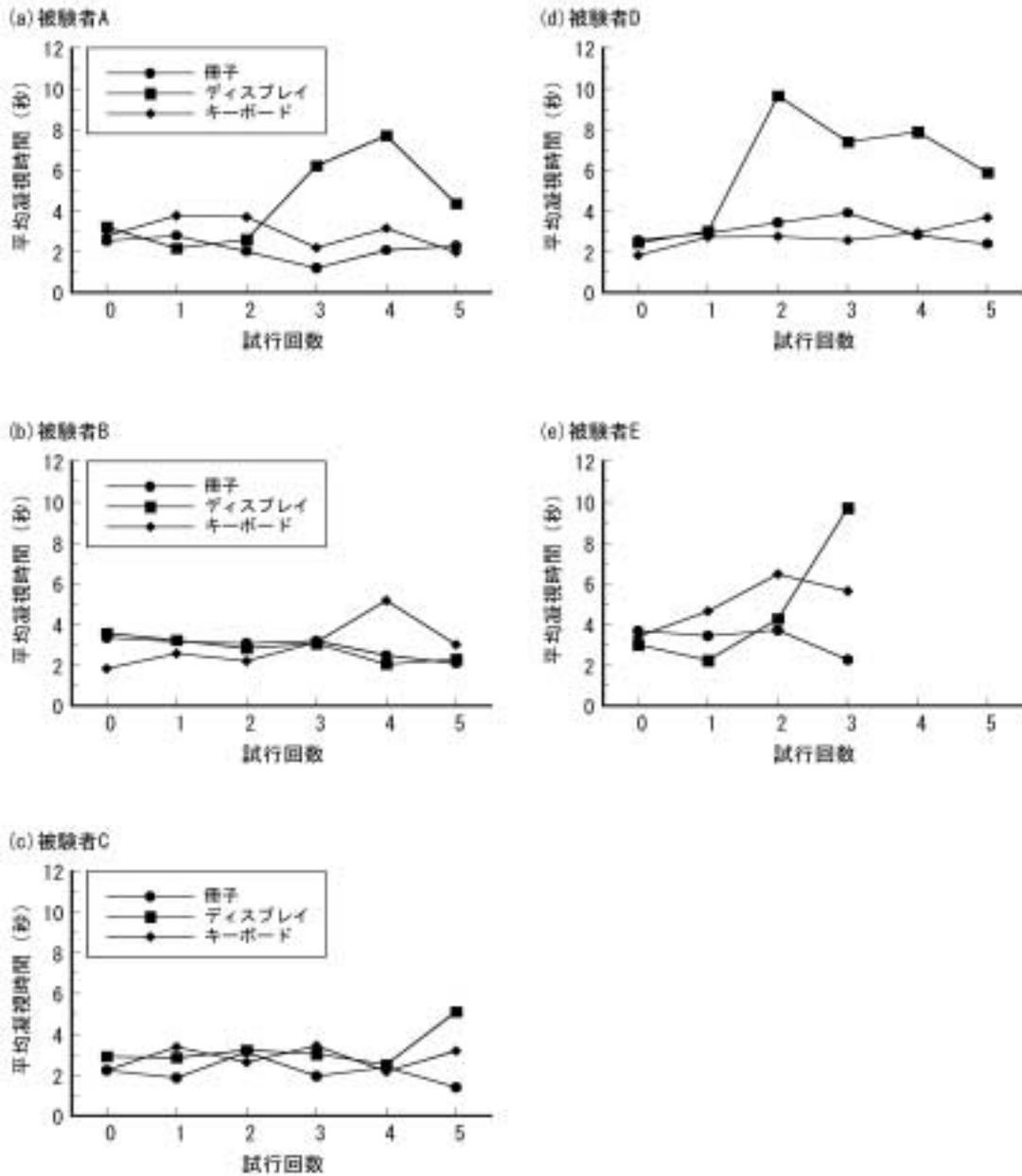


図4. 平均凝視時間.

新規なソフトウェアを操作するときの熟達化の過程の分析

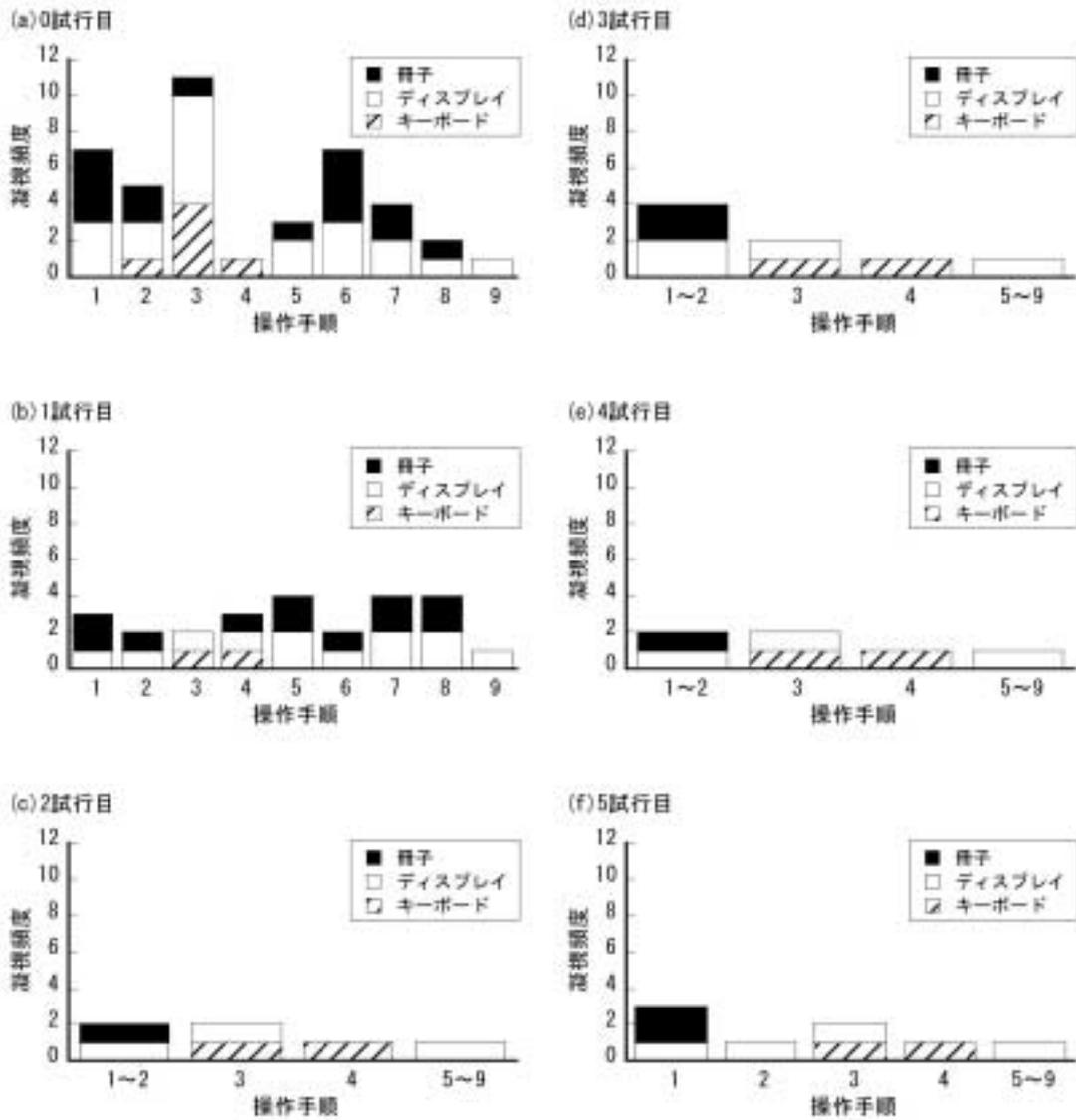


図5. 手順の流れにそった、被験者Dの凝視頻度の変化。

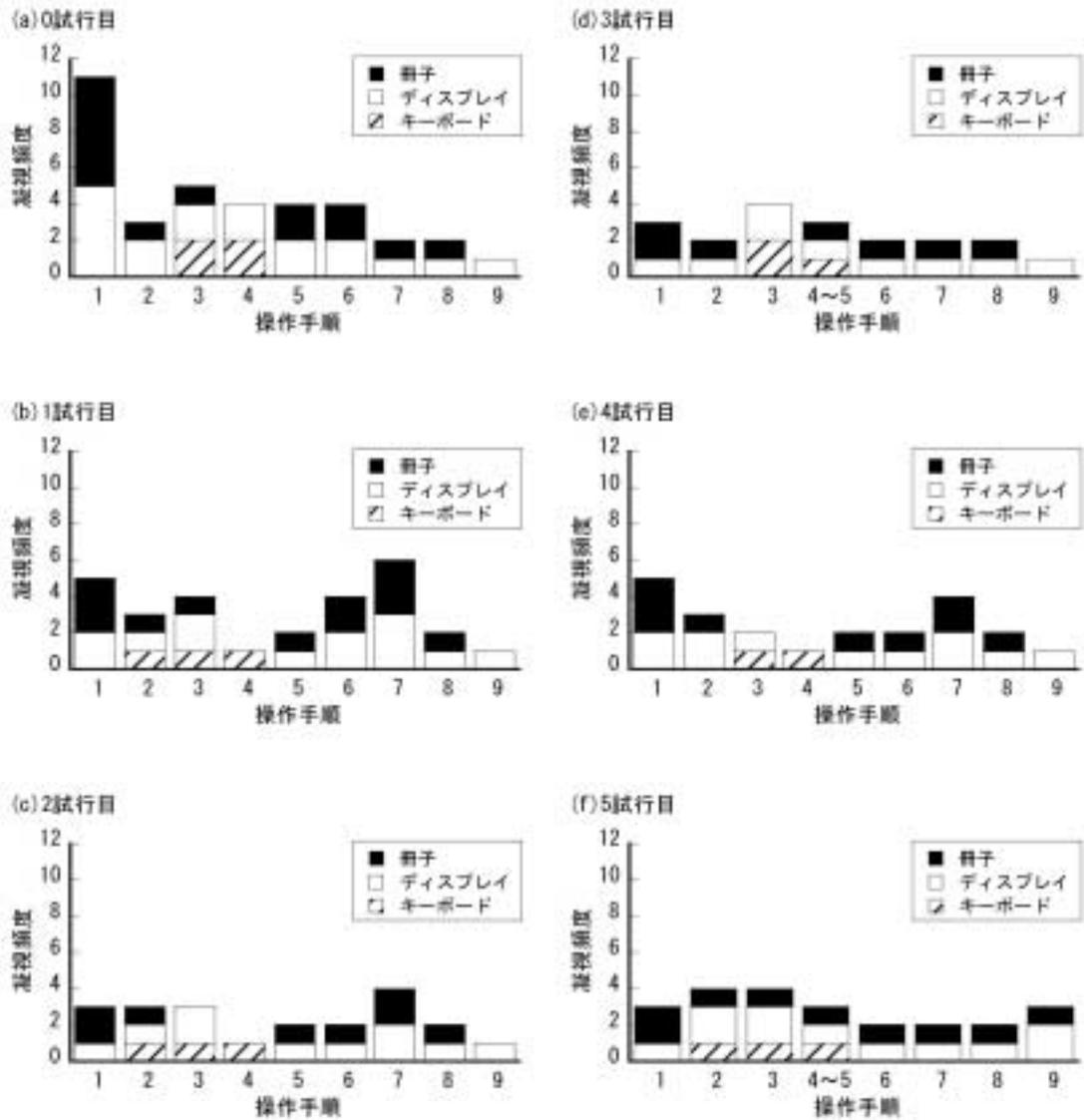


図6. 手順の流れにそった、被験者Bの凝視頻度の変化。

[Abstract]

An Analysis of the Mastery Process of Newly Learned Software Operations:  
Focusing on Learners' Eye Movements

Teruaki NAKAJIMA

Yasuhiro GOTO

This study investigates the possibility that individual differences in proficiency in the operation of newly learned software is reflected in learners' eye movements. In this experiment, participants conducted 5 trials of operating FTP (file transfer protocol) client software, which they had never experienced. Gaze duration and gaze frequency in viewing the computer display, the keyboard, and the instruction manual were analyzed. The results indicated that the alternation pattern in gaze between the display and the manual changed as a function of the number of trials. Furthermore, this alternation pattern in gaze differed among the different participants. The results are discussed in terms of the availability of learners' eye movements as a measure of computer skills.

